

Оглавление

Сокращение

Введение

1.1 Электромагнитное излучение

1.1.1. Радиоволны

1.1.2. Оптическое излучение

1.2. Свойства ЭМП

1.2.1 Основные положения электродинамики. Уравнение Максвелла.

Волновые уравнения. Закон сохранения энергии ЭМП.

1.2.2 Техногенные источники ЭМП

1.2.3. Электрическое поле Земли

2.1 Характер взаимодействия ЭМП с биологическим объектом.

Солнечно-земные связи и биосфера

2.1.1 Биологическое действие ЭМП

2.1.2 Воздействие электромагнитного излучения на химические реакции

2.1.3 Воздействие электромагнитного излучения на ткани

2.1.4 Воздействие электромагнитного излучения микроорганизмы

2.1.5 Воздействие электромагнитного излучения на растения

2.1.6 Воздействие электромагнитного излучения на птиц и млекопитающих

2.1.7 Воздействие электромагнитного излучения на человека

2.2 Защита от ЭМП

3.1 Прибор WT3120

3.2 Описание измерений

3.3 Погрешности измерений

4. Расчет измерений ЭМП приборов.

4.1.1 Расчет измерений холодильника

Сравнение с СанПином

Заключение

Список использованной литературы

Приложения

Сокращения

ЭМП- электромагнитное поле

СВЧ- сверхвысотное поле

ЭМИ- электромагнитные излучения

Введение

В процессе длительной эволюции живые организмы биосферы адаптировались к естественному электромагнитному фону, обусловленному солнечно-земными связями. Бурное развитие науки вызвало значительные изменения в энергопотреблении как отдельным субъектом, так и человечеством в целом. Научно-технический прогресс, наступивший в 20-21 веке, привел к огромным масштабам использования электромагнитной энергии, в результате чего образовался новый значимый фактор антропогенной деятельности, ранее имевший незначительный вес. С развитием антропогенной деятельности общий электромагнитный фон окружающей природной среды стал увеличиваться не только в количественном, но и в качественном отношении за счет появления источников физических полей, отличающихся по своим характеристикам от естественных, и влияющих на биосферу. В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле искусственного происхождения является важнейшим экологическим фактором с высокой биологической активностью, а изменяющийся электромагнитный фон оказывает влияние на все компоненты биосферы. Естественно, что человек также подвержен этим воздействиям, особенно учитывая насыщенность современной жизни электроникой и бытовой техникой. Проблема электромагнитной безопасности и защиты окружающей среды от воздействий электромагнитного поля приобретает большую актуальность в связи с тем, что если раньше воздействию значимых уровней электромагнитных излучений подвергался ограниченный круг людей, занимающихся электромагнитными полями по роду своей профессиональной деятельности, то теперь жизнь практически каждого человека на Земле наполнена бесконечным числом электробытовых приборов, и он все время испытывает воздействие электромагнитных полей на свой организм. Допустимые для человека дозы и интенсивности электромагнитных полей различной частоты определены в нормативных документах, в частности в [1].

Вместе с тем потребители зачастую совершенно не задумываются о влиянии домашней техники на свой организм, в то время как сведения об уровне электромагнитных полей могли бы помочь избежать нежелательных последствий таких воздействий.

Целью данной работы является экспериментальное исследование электрических и магнитных полей некоторых электробытовых приборов и оценка их «токсичности» в соответствии с современными нормами.

Для достижения этой цели нужно решить следующие задачи:

- 1) Проанализировать влияние электрических и магнитных полей на живые организмы (по современным литературным данным);
- 2) Провести измерения электромагнитных полей выбранных источников, прибором WT3120.
- 3) Проанализировать полученные результаты в соответствии с утвержденными нормами СанПином.
- 4) Предложить способы защиты от электромагнитного излучения приборов.

В заключении сформулированы основные полученные результаты и выводы.

1.1 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение — это процесс передачи энергии в виде электромагнитных волн. Это основной способ, которым энергия передается вакуумом или через различные среды, такие как воздух или стекло. Электромагнитное излучение включает в себя широкий диапазон длин волн, известных как электромагнитный спектр. Электромагнитный спектр охватывает различные видимые и невидимые формы излучения, включая радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновские лучи и гамма-лучи. Каждая форма излучения имеет свою собственную диапазон волновых длин и свойства. Электромагнитное излучение является результатом колебаний электрических и магнитных полей. Волновая природа этих полей позволяет им распространяться в пространстве в виде волн. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме составляет около 299 792 458 метров в секунду, и эта скорость известна как скорость света. Поскольку скорость распространения излучения постоянна, то частота его колебаний жестко связана с длиной волны в вакууме. Распространение зависит от электрических (E) и магнитных (H) полей, определяющих тип волн, вид поляризации, источника излучений и свойства среды.

Таблица 1.1 Диапазоны электромагнитного излучения.

Виды излучения	Длина волны, м	Частота волны, Гц
Радиоволны	10^3 - 10^4	$3 \cdot 10^5$ - $3 \cdot 10^{12}$
Инфракрасное излучение	$5 \cdot 10^{-4}$ - $8 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{11}$ - $3,75 \cdot 10^{14}$
Видимый свет	$8 \cdot 10^{-7}$ - $4 \cdot 10^{-7}$	$3,75 \cdot 10^{14}$ - $7,5 \cdot 10^{14}$
Ультрафиолетовое	$4 \cdot 10^{-7}$ - 10^{-9}	$7,5 \cdot 10^{14}$ - $3 \cdot 10^{17}$

излучение		
Рентгеновское излучение	$2 \cdot 10^{-9} - 6 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{19}$
Гамма-излучение	$< 6 \cdot 10^{-12}$	$> 5 \cdot 10^{19}$

От радиоволн до гамма-лучей, каждый диапазон имеет свои уникальные свойства и применения. Изучение и использование электромагнитного излучения позволяет нам понять и взаимодействовать с окружающим миром на разных уровнях, от коммуникации и навигации до медицинской диагностики и исследования космоса. Понимание диапазонов электромагнитного излучения является ключевым для развития новых технологий и применений в различных сферах жизни.

1.1.1 Радиоволны

Это форма электромагнитного излучения с наибольшими длинами волн в электромагнитном спектре. Они относятся к низкочастотной части спектра и имеют длины волн от нескольких миллиметров до сотен тысяч километров. Радиоволны возникают в результате колебаний электрических и магнитных полей, создаваемых электрическими зарядами, которые ускоряются или изменяют свою скорость. Источниками радиоволн могут быть различные устройства, такие как антенны или передатчики, которые генерируют электромагнитные волны в радиочастотном диапазоне. Естественным источником волн являются грозы.

1.1.2 Оптическое излучение

Оптическое излучение — это часть электромагнитного спектра, которая составляет электромагнитные волны оптического диапазона с длиной волн от 1 мм до 1 нм. В оптический диапазон, входит ультрафиолетовое

излучение, видимое излучение и инфракрасное излучение. Выделение таких областей обуславливается тем, что участки спектров близки, но присутствует сходство с приборами применяющихся для их исследования. Оптическое излучение бывает естественным и искусственным. Например, естественным источником является Солнце, его фотосфера нагрета приблизительно до 6000K и светит ярко желтым светом. Чем сильнее нагрето тело, тем выше частота его излучения. Тело начинает светиться в видимом диапазоне, только при определённом нагревании тела и начинается светиться сначала красным, после оранжевым и так далее. И так же искусственным является лазеры – то устройства, которые создают усиленный и когерентный пучок света. Они нашли широкое применение в множестве областей, включая научные исследования, медицину, промышленность, коммуникации и развлекательную индустрию. Лазеры имеют различные длины волн и могут работать в видимом, инфракрасном или ультрафиолетовом диапазонах.

1.2 Свойства ЭМП

1.2.1 Техногенные источники ЭМП

Земля с момента своего существования подверглась воздействию электромагнитного излучения Солнца и Космоса. В процессе эволюционного развития живые организмы в определенной степени адаптировались к естественному фону электромагнитных полей. На данный момент можно сказать, что живые организмы буквально “окружены морем электромагнитных волн”. Однако вследствие электромагнитный фон Земли потерпел качественные изменения, и так же увеличился, ведь появились электромагнитные излучения таких длин волн, которые имеют искусственное происхождение в результате техногенной деятельности человека (например, миллиметровый диапазон длин волн и др.)

Миллиметровое излучение являющимся внеземным происхождением интенсивно поглощается атмосферой Земли, поэтому живые организмы не имеют адаптации к этим волнам.

К основным источникам ЭМП антропогенного происхождения относятся атомные и ядерные реакторы, мощные радиотехнические объекты, телевизионные и радиолокационные станции, лазерные и рентгеновские установки, высоковольтные линии электропередач промышленной частоты, термических цеха и т.п.

Техногенные источники электромагнитного излучения могут иметь спектральную интенсивность, которая значительно отличается от естественного электромагнитного фона, который сложился в течение эволюции и с которым человек и другие живые организмы биосферы привыкли взаимодействовать.

Для обеспечения защиты от загрязнения окружающей среды физическими полями, включая электромагнитные излучения, необходимо учитывать основные характеристики источников ЭМП. Это включает диапазон частот, энергию и мощность излучения, режим работы, диаграмму направленности, особенности распространения в атмосфере, биологическое воздействие, тип поляризации, предназначение и другие факторы. На основе этих характеристик можно правильно выбрать оптимальные средства защиты.

В работах [номер учебника Куклива] представлена теория электромагнитного поля, а также физика и техника сверхвысоких частот (СВЧ) и других диапазонов длин волн. Эти работы содержат не только теоретические сведения, но также расчеты, которые имеют практическую значимость и применение.

1.2.1. Электрическое поле Земли

В атмосфере Земли существует вертикально направленное электрическое поле (ЕЗ), где земная поверхность заряжена отрицательно, а верхние слои атмосферы заряжены положительно. Напряженность ЕЗ изменяется в зависимости от географической широты: она достигает максимума в средних широтах и убывает в сторону экватора и полюсов. С увеличением высоты над земной поверхностью напряженность ЕЗ также уменьшается, примерно по экспоненциальному закону (около 5 В/м на высоте 9 км).

Величина ЕЗ подвержена годовым и суточным изменениям. Суточные изменения имеют как общемировой, так и локальный характер. В областях океана и полярных регионах суточное изменение ЕЗ происходит по единому универсальному времени и называется унитарной вариацией. Эта вариация связана с общей грозовой активностью на планете, которая также подвержена суточным изменениям.

В остальных сухопутных областях суточное изменение ЕЗ также связано с местной грозовой активностью и может значительно варьировать в зависимости от времени года.

2. Характер взаимодействия ЭМП с биологическими объектами

Солнечно-земные связи и биосфера.

2.1.1 Биологическое действие ЭМП

Влияние физических, особенно электромагнитных, полей на биосферу разнообразно и многогранно. Для изучений этой трудной и важной проблемы требуется комплексный подход при участии широкого круга специалистов: медиков, геофизиков, биофизиков, биологов и т.д. Бесспорно, одно, что солнечно-земные связи — это звенья одной цепи, создающие естественный фон околоземного пространства, существенным образом влияющим на живые организмы (). С другой стороны, бесспорно, и другое.

В результате антропогенной деятельности увеличивается общий электромагнитный фон окружающей природной среды не только в количественном, но и в качественном отношении. В результате широкого использования в современном производстве и технологии ЭМП, и других физических полей появились источники техногенного происхождения, отличающиеся по своим характеристикам от традиционных источников, к которым живые организмы биосферы адаптировались в процессе длительной эволюции.

Солнечно-земные связи и биосфера. Солнечно-земные связи играют важную роль в функционировании биосферы, которая представляет собой общую экологическую систему, включающую живые организмы и их окружающую среду. Солнечное излучение и другие связанные солнечные процессы имеют непосредственное влияние на жизнь на Земле.

Одним из основных способов воздействия Солнца на биосферу является солнечное излучение. Солнечная энергия, в основном в форме света и тепла, играет ключевую роль в фотосинтезе растений, которая является основой пищевой цепи на Земле. Растения поглощают энергию солнечного света с помощью хлорофилла и используют ее для синтеза органических соединений из воды и углекислого газа. Эти органические вещества затем служат источником питания для других организмов в биосфере.

Кроме того, солнечное излучение определяет климатические условия на Земле. Оно влияет на теплообмен в атмосфере, вызывает циркуляцию воздушных масс, формирует ветры и океанские течения. Это важно для регулирования температуры и влажности в различных регионах, что, в свою очередь, определяет распределение растительного и животного мира.

Однако солнечное излучение также может иметь отрицательное воздействие на биосферу. Например, ультрафиолетовое (УФ) излучение, содержащееся в солнечном излучении, может быть вредным для живых организмов, если они

подвергаются его избыточному воздействию. Избыточная экспозиция УФ-излучению может вызывать повреждение ДНК, ожоги кожи, ухудшение фотосинтетической активности растений и другие негативные последствия.

Так же в периоды геомагнитных бурь магнитное поле Земли подвергается значительным изменениям, что может оказывать влияние на человека. Вот некоторые из возможных эффектов геомагнитных бурь на человеческий организм:

1. Влияние на нервную систему: Некоторые исследования связывают геомагнитные бури с изменениями в центральной нервной системе. Некоторые люди могут испытывать нервозность, бессонницу, головные боли, утомляемость или изменения в настроении во время геомагнитных бурь.
2. Сон и сновидения: Некоторые люди сообщают о нарушениях сна и изменениях сновидений во время геомагнитных бурь. Некоторые исследования предполагают, что эти изменения могут быть связаны с влиянием геомагнитных полей на мозг и его электрическую активность.
3. Физическое самочувствие: У некоторых людей могут возникать физические симптомы во время геомагнитных бурь, такие как головокружение, тошнота, повышенная утомляемость или общее недомогание. Однако эти эффекты индивидуальны и могут быть различными у разных людей.
4. Работа сердца: Некоторые исследования указывают на связь между геомагнитными бурями и изменениями в сердечной активности. У некоторых людей может наблюдаться учащение пульса, изменения артериального давления или другие сердечные симптомы во время бурь. И увеличиваются случаи приступов инфаркта миокарда, инсультов, кризов на 30%.

Таким образом, солнечно-земные связи играют важную роль в поддержании жизни на Земле и функционировании биосферы.

2.1.2. Воздействие электромагнитного излучения на химические реакции.

Из многолетних исследований, проведенных несколькими учеными, было установлено, что солнечная активность и геомагнитные условия могут оказывать влияние на скорость реакций в коллоидных системах, которые играют важную роль в биологических организмах. Основной фактор, определяющий это влияние, является изменение свойств воды под воздействием электромагнитного поля, которое является общим компонентом реакций как в живых, так и в неживых объектах.

Исследования также показали, что современные радиоэлектронные устройства, такие как сотовые телефоны и компьютеры, могут оказывать негативное воздействие на различные организмы. Даже в выключенном состоянии они могут вызывать снижение биохимических реакций, нарушение метаболизма и снижение энергетического потенциала важных систем организмов.

Таким образом, электромагнитное излучение от современных радиоэлектронных устройств может иметь отрицательное воздействие на живые организмы, приводя к нарушениям в их функционировании. Эти результаты подчеркивают важность изучения влияния электромагнитного поля на жизненные процессы и необходимость принятия мер предосторожности при использовании таких устройств. ().

2.1.3 Воздействие электромагнитного поля на ткани.

Были проведены исследования в ряде российских научных центров, включая биологический факультет Московского государственного университета, по

изучению влияния слабых электромагнитных полей на живые ткани. Эти исследования показали, что даже при интенсивности полей ниже порога теплового эффекта такие поля оказывают влияние на изменения в живой ткани, особенно в отношении регенерации.

В результате взаимодействия электрического поля с атомами и молекулами, они поляризуются, а полярные молекулы ориентируются в направлении распространения магнитного поля. В электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, воздействие внешнего поля вызывает ионные токи. Переменное электрическое поле приводит к нагреву тканей живых организмов как в результате переменной поляризации диэлектриков (таких как сухожилия, хрящи и кости), так и за счет появления проводимости токов. Тепловой эффект возникает вследствие поглощения энергии электромагнитного поля.

Указанные эффекты (нагрев тканей, изменение регенерации и другие) более выражены при более высокой напряженности поля и длительном воздействии, как показывают результаты исследований(табл.1).

При интенсивности электромагнитного поля ниже значения 10 мВт/м (которое условно принято за тепловой порог), избыточное тепло в организме удаляется с помощью механизма терморегуляции. Кроме того, чувствительность органов к перегреву определяется их структурой. Некоторые органы, такие как глаза, мозг, почки и мочевой пузырь, являются особенно чувствительными к повышенной температуре.

2.1.4 Воздействие электромагнитного поля на микроорганизмы.

Большинство исследований показывают, что микроорганизмы обладают высокой чувствительностью к относительно слабым электромагнитным полям. Однако, доступны лишь ограниченные и недостоверные данные о конкретных эффектах, направлении реакций и последующих изменениях, связанных с параметрами действующих электромагнитных полей. Некоторые

исследования показывают, что воздействие различных источников электромагнитных полей на микроорганизмы может приводить к снижению двигательной активности, снижению выживаемости и увеличению смертности микроорганизмов. Например, исследование, проведенное В.И. Рыбниковой в 1982 году, показало, что микроорганизмы (сальмонеллы, золотистый стафилококк), подвергнутые воздействию СВЧ электромагнитных волн с интенсивностью 20-40 мВт/см, проявляли изменения морфологических признаков, которые могут передаваться по наследству, а также изменения в биохимических свойствах. Это говорит о возможном мутагенном воздействии микроволн.

2.1.5 Воздействие электромагнитного поля на растения.

Из многочисленных исследований следует, что электромагнитные волны оказывают значительное влияние на биологические объекты, проявляющееся в широком спектре индуцированных эффектов. Как слабые, так и сильные электромагнитные поля оказывают заметное воздействие на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих растений. Влияние на рост, развитие и размножение растений является одной из основных областей исследований. Однако, вопрос о истинно генетических последствиях остается неоднозначным и требует дальнейших исследований.

В районе действия электрического поля линий электропередач распространены аномалии развития у растений, такие как изменение форм и размеров цветков, листьев, стеблей, а также появление лишних лепестков.

Эксперименты и наблюдения, проведенные в рамках исследований влияния электромагнитных полей линий электропередачи на растения, показали, что электрические поля, регистрируемые вблизи воздушных линий, могут негативно влиять на рост и развитие растений. Наблюдалось уменьшение сухого веса надземной части овса и подсолнечника, выращенных под

воздействием электромагнитных полей линий электропередачи, по сравнению с контрольными растениями. Также было отмечено негативное влияние на активность нитрогеназы в почвенной ризосфере и длину проростков растений.

Однако в некоторых исследованиях, например, проведенных А.Г. Карташевым и Г.Ф. Плехановой (1982), было отмечено стимулирующее воздействие электромагнитных полей на рост и прорастание сухих семян креписа при определенных условиях.

Исследования оценки экологической устойчивости различных экосистем в контексте широкого распространения радиочастотных излучений также проводились с использованием морфогенетических и физиологических показателей. В результате таких исследований были обнаружены изменения в общем состоянии березы повислой, как по показателям стабильности развития, так и по показателям эффективности фотосинтеза. Изменения в фотосинтетической активности могут быть временными, а изменения в морфологии листьев, происходящие в период их формирования, могут сохраняться на протяжении всего вегетационного периода.

При дендрэкологическом анализе, проведенном на срезках сосен возрастом 60-100 лет, было обнаружено, что толщина прироста деревьев значительно снижалась в годы воздействия электромагнитных полей (статистически значимое снижение было зафиксировано после 3-5 лет работы радиолокационной станции).

2.1.6. Воздействие электромагнитного поля на птиц и млекопитающих.

Исследования показывают, что в районах с высоким уровнем электромагнитных полей (ЭМП) наблюдаются изменения в жизни животных, связанные в основном с нарушениями функционирования их центральной нервной системы. Факт корреляции между изменениями в естественных

электромагнитных полях и биологическими процессами вызывает вопрос о экологической значимости ЭМП.

Лабораторные исследования, проведенные А.Г. Карташевым и Г.Ф. Плехановым, с целью выяснения влияния полей линий электропередачи сверхвысокого напряжения (40 кВ/м, 50 Гц) на белых мышей показали, что после экспозиции в течение 5, 10 и 20 суток наблюдалось развитие анемии (на 10-й день до 30%), которая к 20-й сутке компенсировалась развивающимся ретикулоцитозом.

Биотропность поля значительно зависела от стадии онтогенеза, уровня организации и экологических особенностей биологических объектов, что следует учитывать при разработке экологических норм для электромагнитного излучения. Анализ результатов эксперимента по изучению влияния электрического поля (50 Гц) с напряженностью от 100 до 5000 В/м на животных (самцы крыс) при постоянном воздействии в течение суток показал, что наблюдаются изменения в общем состоянии организма животных, нарушения метаболизма (белкового, углеродного и энергетического обменов и их регуляции) и процессов нейрогуморальной регуляции. Кроме того, при длительном и непрерывном воздействии электромагнитного поля (с напряженностью 1-5 кВ/м) наблюдаются изменения в генеративной функции опытных животных и их потомства, включая нарушения внутриутробного и постнатального развития.

При длительном и прерывистом воздействии также были обнаружены нарушения генеративной функции, проявляющиеся в снижении плодовитости самок и изменениях внутриутробного развития потомства (при напряженности поля 10-15 кВ/м). Эти результаты подтверждаются исследованиями В.Д. Дышловой, С.М. Пилявской и других ученых (1982), которые выявили морфологические и биохимические изменения интерстициальной ткани семенников мышей линии Вистар после 3-4

месячного облучения электромагнитными полями промышленной частоты (ПЧ) с напряженностью 15-25 кВ/м.

Самцы, подвергавшиеся ежедневному 5-часовому воздействию электромагнитного поля с напряженностью 15 кВ/м, оказались бесплодными, несмотря на высокую сексуальную активность. При воздействии электромагнитного поля с напряженностью 10 кВ/м самцы давали потомство, но его развитие было хуже, чем в контрольной группе (наблюдалось повышение частоты врожденных аномалий и постэмбриональной гибели, а также снижение интенсивности роста тела). У потомства самок, подвергавшихся воздействию электромагнитного поля с напряженностью 10 и 15 кВ/м, помимо вышеуказанных нарушений, также наблюдалось ухудшение развития шерстяного покрова.

На основе полученных данных о влиянии электромагнитных полей воздушных линий на репродуктивную систему животных можно предположить, что в природных экосистемах могут возникать нарушения в количественном соотношении некоторых видов, что влияет на устойчивость экосистемы. Несмотря на это, результаты нескольких исследований, проведенных на сельскохозяйственных животных (например, овцы и ягнята), которые постоянно подвергались облучению электромагнитными полями воздушных линий, не выявили существенных отличий в показателях, таких как продуктивность, заболеваемость и смертность. Однако, было обнаружено статистически значимое снижение иммунной активности при продолжительном воздействии.

Лабораторные исследования также показали, что облучение свиней (60 Гц, 30 кВ/м) во время сна вызывало беспокойство и дискомфорт, в то время как в период активности таких реакций не наблюдалось. В исследованиях по изучению влияния электромагнитных полей воздушных линий с напряженностью 2-15 кВ/м на коров было обнаружено увеличение случаев рождения телят с аномалиями и увеличение среднего процента смертности

телят с 3,4% до 5,85%. В то же время у взрослых коров не было зарегистрировано изменений в продуктивности и биохимическом составе молока.

Исследование Г.И. Евтушенко (1982) о влиянии магнитных полей промышленной частоты на различные системы организма животных показало, что как прерывистые, так и непрерывные магнитные поля с напряженностью 7500 А/м оказывают биологическую активность, вызывая значимые изменения во всех измеренных показателях. Биоэффекты при магнитных полях с напряженностью 750 А/м и 75 А/м характеризовались более слабыми изменениями и восстанавливались после прекращения воздействия.

Результаты исследования Б.М. Савина и его коллег (1987) подтвердили высокую чувствительность иммунной системы к воздействию электромагнитных полей с частотой 50 Гц и напряженностью 1000-50 В/м при различных режимах облучения. Серьезные изменения в иммунологических и морфологических показателях организма были обнаружены у всех исследованных видов млекопитающих, таких как рыжая и серая полевки, полевая и лесная мыши, обыкновенная бурозубка. Физиологические реакции имели обратимый характер и исчезали через несколько дней после окончания воздействия, в то время как морфологические изменения были необратимыми.

Наблюдения за гнездовьями птиц показали, что заселенность птицами территорий, прилегающих к радиолокационным станциям (РЛС), значительно ниже по сравнению с контрольными территориями.

Исследования, проведенные Ч. Асабаевым и Т.Ю. Бончковской (1973), позволили сделать вывод о высокой чувствительности птиц, в частности попугаев, к СВЧ-полям. Порог чувствительности птиц к СВЧ-полю оказался ниже 2 мкВ/см².

2.1.7. Воздействие электромагнитного поля на человека.

Реакция человеческого организма на электромагнитное поле всегда присутствует. Однако, для того чтобы эта реакция превратилась в патологическое состояние и вызвала заболевания, требуется сочетание определенных условий, включая достаточно высокий уровень поля и продолжительность воздействия. Длительное воздействие электромагнитного поля (ЭМП), особенно в СВЧ диапазоне, может иметь негативные последствия для здоровья людей. Накапливание биологического эффекта ЭМП может привести к развитию различных заболеваний, включая дегенеративные процессы в центральной нервной системе, рак крови (лейкозы), опухоли мозга и гормональные расстройства.

Особую опасность представляет ЭМП для детей, беременных женщин (включая эмбрион), а также для людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной и сердечно-сосудистой систем, аллергиков и лиц с ослабленным иммунитетом.

С начала 60-х годов в СССР проводились обширные исследования, направленные на изучение влияния ЭМП на здоровье людей, особенно на производстве. Результаты клинических исследований указывают на возможность развития заболеваний, которые характеризуются изменениями функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем.

Предложено выделить самостоятельное заболевание, называемое "радиоволновой болезнью". В соответствии с предложением авторов, данное заболевание может иметь три синдрома, которые развиваются по мере усиления тяжести:

1. Астенический синдром, проявляющийся слабостью, раздражительностью, быстрой утомляемостью, нарушением памяти и сна.

2. Астеновегетативный синдром, сопровождающийся нарушениями вегетативных функций, такими как лабильность пульса и артериального давления, склонность к гипотонии, боли в области сердца и другими симптомами.
3. Гипоталамический синдром, характеризующийся ощущением внутреннего напряжения, суетливостью, нарушениями внимания, памяти и сна.

Ранными клиническими проявлениями воздействия ЭМП на организм являются функциональные нарушения нервной системы, проявляющиеся прежде всего в виде вегетативных дисфункций и неврастенического синдрома. Люди, длительное время подвергавшиеся воздействию ЭМП, могут жаловаться на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ухудшение памяти и нарушение сна. Также могут наблюдаться нарушения вегетативных функций, например, лабильность пульса и артериального давления, склонность к гипотонии и боли в области сердца. Изменения в составе периферической крови, такие как лабильность показателей и развитие лейкопении, нейтропении и эритроцитопении, также могут быть отмечены. Изменения в костном мозге могут проявляться как реактивное компенсаторное напряжение регенерации.

Большое количество исследований, проведенных в России, указывает на то, что нервная система является одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию электромагнитных полей (ЭМП), особенно в дециметровом диапазоне волн. Длительное повторное воздействие предельно допустимых уровней ЭМП может привести к нарушениям психических функций.

ЭМП малой интенсивности может вызывать существенные отклонения на уровне нервной клетки, структур передачи нервных импульсов (синапсов) и изолированных нервных структур. Изменения в нервной системе могут приводить к изменению высшей нервной деятельности, памяти и склонности

к стрессорным реакциям у людей, подверженных воздействию ЭМП. Определенные структуры головного мозга, включая кору больших полушарий и гипоталамус, имеют повышенную чувствительность к ЭМП.

Исследования также указывают на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Воздействие ЭМП может нарушать процессы иммуногенеза и снижать иммунную активность. У животных, подвергнутых воздействию ЭМП, наблюдались изменения в течении инфекционных процессов и возникновение аутоиммунных реакций. Это связывается не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, приводящей к реакции против нормальных тканевых антигенов.

Однако, следует отметить, что не все исследования дают однозначные результаты, и некоторые аспекты влияния ЭМП на нервную систему и иммунитет все еще требуют дальнейшего изучения и подтверждения.

В исследованиях, проведенных российскими учеными с 1960-х годов, особое внимание уделялось изменениям в гипоталамус-гипофиз-надпочечниковой системе как механизму функциональных нарушений при воздействии электромагнитных полей (ЭМП). Исследования показали, что воздействие ЭМП обычно вызывает стимуляцию гипофизарно-адреналиновой системы, сопровождающуюся увеличением содержания адреналина в крови и активацией процессов свертывания крови. Было признано, что система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников играет важную роль в ответной реакции организма на воздействие внешней среды, включая ЭМП.

Нарушения половой функции часто связаны с изменениями в регуляции этой функции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. Исследования активности гипофиза, ответственного за регуляцию половой функции (гонадотропная активность), при воздействии ЭМП показали, что многократное облучение ЭМП вызывает снижение активности гипофиза.

Когда речь идет о беременности, любой фактор внешней среды, воздействующий на женский организм в этот период и оказывающий влияние на эмбриональное развитие, считается тератогенным. Многие ученые относят ЭМП к таким тератогенным факторам. Наиболее важной стадией беременности, когда происходит воздействие ЭМП, считается ранний период, включающий периоды имплантации и раннего органогенеза зародыша. Известно, что органы и ткани эмбриона в этот период являются особенно уязвимыми.

Также было высказано мнение о возможности специфического воздействия ЭМП на половую функцию женщин и эмбрион. Отмечается, что яичники обладают более высокой чувствительностью к воздействию ЭМП по сравнению с мужскими половыми органами.

Действительно, установлено, что чувствительность эмбриона к электромагнитным полям (ЭМП) значительно выше, чем у материнского организма, и внутриутробное повреждение плода может произойти на любом этапе его развития. Эпидемиологические исследования показывают, что контакт женщин с электромагнитным излучением может повлиять на развитие плода, увеличить риск преждевременных родов и врожденных уродств.

У некоторых людей возникают проблемы со здоровьем при контакте с источниками ЭМП, такими как ЛЭП, бытовые приборы, видеодисплейные терминалы, мобильные телефоны и базовые станции. Уровни ЭМП, вызывающие реакцию у гиперчувствительных людей, значительно ниже, чем уровни, которые обычно не оказывают неблагоприятных последствий для здоровья. Проявления гиперчувствительности могут включать симптомы, такие как усталость, напряжение, нарушения сна, покалывание, жжение и высыпания на коже, ломота и боль в мышцах, жжение в глазах, а также расстройства ушей, носа, горла и желудка.

Согласно обзору Медицинских центров профессионального здоровья, распространенность гиперчувствительности среди населения составляет несколько человек на миллион, и существует географическая зональность в распространении этого состояния. Люди с гиперчувствительностью чаще встречаются в Швеции, Германии и Дании, чем в Великобритании, Австрии и Франции.

Современное научное знание о биологическом действии сотовой связи позволяет утверждать, что использование сотового телефона детьми до 16 лет может оказывать негативное влияние на их здоровье. Детский организм имеет особенности, которые делают его более уязвимым, например, более высокое соотношение длины головы и тела, а также большую проводимость мозгового вещества. Растущие и развивающиеся ткани более подвержены воздействию электромагнитного поля, и активный рост человека происходит до примерно 16 лет. Беременные женщины также попадают в группу риска, поскольку электромагнитные поля биологически активны в отношении эмбрионов. Воздействие ЭМП на беременных женщин может повлиять на развитие плода на разных этапах его развития, особенно на ранних стадиях, таких как имплантация и ранний органогенез.

В целом, имеется научная база, указывающая на потенциальные негативные последствия воздействия электромагнитных полей на здоровье, особенно у гиперчувствительных людей, детей и беременных женщин. Однако следует отметить, что дальнейшие исследования требуются для полного понимания механизмов и оценки рисков, связанных с использованием технологий, связанных с электромагнитными полями.

2.2. Методы и средства защиты от электромагнитных полей

При принятии решения о защите персонала или населения от электромагнитных излучений следует учитывать ряд факторов, включая особенности производства, условия эксплуатации оборудования, рабочий

диапазон частот, характер выполняемых работ, интенсивность поля, продолжительность облучения и другие.

Важно учесть, что каждая ситуация может иметь свои особенности, и не существует универсального подхода к защите от электромагнитных излучений. При разработке системы защиты необходимо проводить оценку рисков и обращаться к рекомендациям и нормативным документам, устанавливающим допустимые уровни излучений и меры предосторожности.

Процесс выбора защиты от электромагнитных излучений должен быть основан на комплексном подходе, включающем анализ и оценку конкретной ситуации, применение соответствующих технических решений и соблюдение соответствующих норм и стандартов безопасности.

Важно также обеспечить информирование и обучение персонала о мерах защиты от электромагнитных излучений, правильном использовании оборудования и соблюдении предписанных процедур безопасности.

Конечная цель при выборе защиты от электромагнитных излучений состоит в минимизации рисков для здоровья персонала или населения и обеспечении безопасной эксплуатации оборудования.

Для обеспечения защиты персонала от воздействия радиоволн применяются различные методы и средства. Вот основные способы и средства коллективной и индивидуальной защиты:

1. Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности: Эти устройства снижают напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн путем поглощения и рассеивания энергии.
2. Экранирование рабочего места и источника излучения: при помощи экранирующих материалов или конструкций создается физический барьер между рабочим местом и источником излучения. Это позволяет снизить уровень излучения на рабочем месте.

3. Рациональное размещение оборудования: Оптимальное размещение оборудования в рабочем помещении может помочь снизить воздействие электромагнитных волн на персонал. Например, размещение источников излучения на безопасном расстоянии от рабочих мест или использование перегородок для блокировки передачи излучения.
4. Подбор рациональных режимов работы: Оптимизация режимов работы оборудования и режима труда персонала может помочь снизить воздействие электромагнитных волн. Например, снижение мощности и продолжительности работы источников излучения.
5. Применение средств предупредительной защиты: К персональным средствам защиты от воздействия электромагнитных волн относятся специальная одежда, обувь, средства защиты головы, а также рук и лица. Эти средства могут включать в себя экранирующие материалы или другие технологии, которые снижают поглощение энергии волны.

Вместе эти методы и средства помогают обеспечить защиту персонала от воздействия радиоволн и минимизировать потенциальные негативные последствия для здоровья.

Для снижения интенсивности поля в рабочей или жилой зоне рекомендуется использовать различные инженерно-технические способы и средства, а также организационные и лечебно-профилактические мероприятия.

Инженерно-технические методы и средства включают:

1. Экранирование излучателей, помещений или рабочих мест: Здесь применяются материалы или конструкции, которые ограничивают распространение электромагнитной энергии и снижают ее воздействие на персонал. Экранирование может осуществляться путем использования специальных материалов или конструкций экранов.

2. Уменьшение напряженности и плотности потока энергии: Этот метод включает снижение мощности источника излучения, если это возможно с технической точки зрения, и использование ослабителей мощности и согласованных нагрузок. Ослабители мощности, такие как аттенюаторы, позволяют уменьшить энергию волны перед ее достижением рабочей или жилой зоны.
3. Применение средств индивидуальной защиты: это включает использование специальной защитной экипировки, такой как одежда, обувь, средства защиты головы, рук и лица, которые способны снизить воздействие электромагнитных полей на конкретного работника.

При экранировании применяются различные физические явления, такие как поглощение и отражение электромагнитной энергии материалом экрана.

Поглощение происходит из-за тепловых потерь в материале экрана, которые зависят от его электромагнитных свойств. Отражение связано с различием электромагнитных свойств воздуха и материала экрана.

Металлы являются хорошими поглотителями электромагнитной энергии, а также хорошими отражателями волны. При изготовлении экранов используются тонкие металлические листы, такие как сталь, алюминий, медь, сплавы, или металлические сетки.

Однако, большая отражательная способность металлов может быть нежелательной, так как она может увеличить интенсивность поля в зоне работы и повлиять на работу источника излучения. В таких случаях применяют экраны специальной конструкции с низким коэффициентом отражения, так называемые поглощающие экраны.

Для предотвращения заболеваний, вызванных воздействием электромагнитных полей (ЭМП), применяются лечебно-профилактические мероприятия. Они направлены на предупреждение возникновения заболеваний и своевременное лечение работников при их обнаружении.

Одной из основных мер является медицинский контроль за состоянием работников, которые подвергаются воздействию ЭМП. Этот контроль проводится как перед трудоустройством, так и периодически (обычно не реже одного раза в год). Медицинский контроль позволяет выявить патологические изменения в организме, которые могут быть противопоказаны для работы в условиях облучения ЭМП, и определить необходимость лечения.

Для повышения устойчивости организма к воздействию ЭМП используются различные меры. Одной из них является регулярная физическая активность, которая способствует укреплению организма и повышению его защитных функций. Также важна рационализация времени работы и отдыха, чтобы обеспечить организму необходимый отдых и восстановление.

Дополнительно, применение некоторых лекарственных препаратов и общеукрепляющих витаминных комплексов может помочь повысить резистентность организма к воздействию ЭМП.

В целом, лечебно-профилактические мероприятия имеют целью предотвращение профессиональных заболеваний, связанных с воздействием электромагнитных полей, и обеспечение своевременного лечения при их обнаружении.

3.1. Прибор WT3120

Область измерений электромагнитного поля и радиочастот обширна и разнообразна, аналогично широкому спектру электромагнитных колебаний. В рамках краткого параграфа невозможно перечислить все классы и типы приборов и методов измерений, используемых для оценки электромагнитного поля.

В зависимости от типа поля, будь то электростатическое, магнитостатическое, переменное низкочастотное, промышленное, радиочастотное и т.д., выбираются соответствующие методы измерений и конкретные группы приборов. Каждый метод и прибор имеют свои

особенности, позволяющие эффективно измерять и характеризовать соответствующее электромагнитное поле.

Разработчики и специалисты в области измерений ЭМП постоянно работают над усовершенствованием и разработкой новых методов и приборов для более точных и надежных измерений в различных областях применения. Это включает в себя разработку специализированных датчиков, анализаторов спектра, измерительных приборов, антенн и других устройств, позволяющих получить более полную и точную информацию о параметрах электромагнитного поля.

Измерения произведены измерителем электромагнитного поля WT3120. Измеритель электромагнитного поля WT3120 — это прибор, предназначенный для измерения уровня электромагнитного поля в окружающей среде. Он может использоваться для оценки интенсивности и частоты электромагнитных полей различных источников, таких как радиоволны. WT3120 является полезным инструментом для специалистов в области электромагнитной безопасности, инженеров, исследователей и других пользователей, которым требуется контроль и оценка электромагнитного поля в различных средах и при различных условиях.

Прибор измеряет эффективное значение поля частотой от 5 Гц до 3,5 ГГц. Приборная погрешность по паспорту составляет ± 1 V/m для напряженности электрического поля и $\pm 0,01$ мкТл для индукции магнитного поля.

Прибор WT3120 измеряет электромагнитное поле с помощью сочетания электрических и магнитных датчиков. Он оснащен специальными антеннами и датчиками, которые реагируют на изменения электрического и магнитного поля в окружающей среде.

Для измерения электрического поля, прибор использует электрический датчик или антенну. Датчик регистрирует изменения напряжения или заряда, вызванные воздействием электрического поля. Прибор анализирует эти данные и преобразует их в соответствующие значения уровня электрического поля.

Для измерения магнитного поля, прибор использует магнитный датчик или антенну. Датчик реагирует на изменения магнитного потока, вызванные воздействием магнитного поля. Прибор обрабатывает данные, полученные от датчика, и преобразует их в значения уровня магнитного поля.

Прибор WT3120 обычно имеет различные режимы измерений, позволяющие выбрать соответствующий диапазон частот и детектировать как электрические, так и магнитные поля. Он может измерять переменные поля в различных единицах измерения, таких как вольты на метр (В/м) или ампер на метр (А/м). Постоянные поля прибор не измеряет, то есть прибор не может измерить постоянное поле Земли.

Рисунок 2.1 Прибор WT3120.



3.2.Описание измерений

Данным прибором мы измеряли электромагнитное поле таких предметов как холодильник, компьютерный монитор, микроволновую печь и линию электропередач.

При измерении холодильника, микроволновой печь и компьютерного монитора мы считали, что точка, излучаемая электромагнитной волны находится посередине прибора с лицевой стороны. А у линий электропередач все сложнее. Они находятся обычно на высоте 197м, но мы измеряли ЛЭП 20м, так как она не сильно большая, и ее радиус электромагнитного излучения не сильно большой, и измерения проводились более точнее, нежели 197м.

Данным прибором WT3120 проводилось исследование измерения электромагнитного поля такие предметов как холодильник, компьютерный монитор, микроволновая печь и линии электропередач.

При измерении данных приборов, были установлены общие условия:

1. Все приборы были включены в сеть.
2. Электромагнитное излучение исходило из центра (то есть точки), данный центр был условно установлен в середине предмета.
3. Все внешние факторы не учитываются, то есть другие приборы по близости были отключены от сети и не могли как-то действовать на прибор.
4. И так же измерения проводились сначала в очень близком положение прибора к предмету и дальше с увеличением расстояния. То есть измерение прибором на равно удаленное расстояние.

Но также есть и индивидуальные условия такие как у микроволной печи измерения ее были проведены в обычном режиме, то есть, когда она просто включена в сеть, но не работе. И так же в рабочем состоянии (то есть, когда она, например разогревает еду).

3.3.Погрешности измерений.

Основой физики и ее применений являются экспериментальные данные. Главная цель физического эксперимента заключается в измерении физических величин, которые характеризуют исследуемые объекты или явления. Измерение подразумевает сравнение физической величины с помощью измерительных приборов и выбранной единицы измерения. В

результате каждого отдельного измерения, или наблюдения, получается численное значение измеряемой величины.

По способу получения результата все измерения делятся на прямые и косвенные. В данной работе нас интересуют прямые измерения

При измерении данным прибором выяснилось, что у нас более подходит случайная погрешность измерений.

Случайные погрешности измерений возникают из-за непредсказуемых помех, которые могут воздействовать как на измерительные приборы, так и на объект или процесс, которые изучаются. Исключить полностью случайные погрешности измерений невозможно, однако, их величину можно оценить, проведя несколько повторных измерений. Для этого применяют методы математической статистики, включая вычисление средних значений измерений и средних квадратических отклонений. Эти методы позволяют уточнить результаты измерений и получить оценку случайной погрешности.

Погрешности измерений электромагнитного поля (ЭМП) прибором WT3120 так как у каждого прибора есть погрешность и у нашего прибора существует тоже погрешность:

1. Приборная погрешность по паспорту составляет $\pm 1 \text{ V/m}$ для напряженности электрического поля.
2. Приборная погрешность для индукции магнитного поля по паспорту составляет $\pm 0,01 \text{ мкТл}$.

Но также были погрешности при измерениях при измерении ЛЭП, погрешность электрического поля получалось 4 В/м , но также при приближении к ЛЭП погрешность увеличивалась и была примерна около 12 В/м .

4.Расчет измерений ЭМП приборов.

4.1.1 Расчет измерений холодильника

При вышеперечисленных условиях, был проведен расчет электромагнитного поля холодильника, включенного в сеть.

На рис. 2 представлена зависимость электрического поля от расстояния для холодильника.

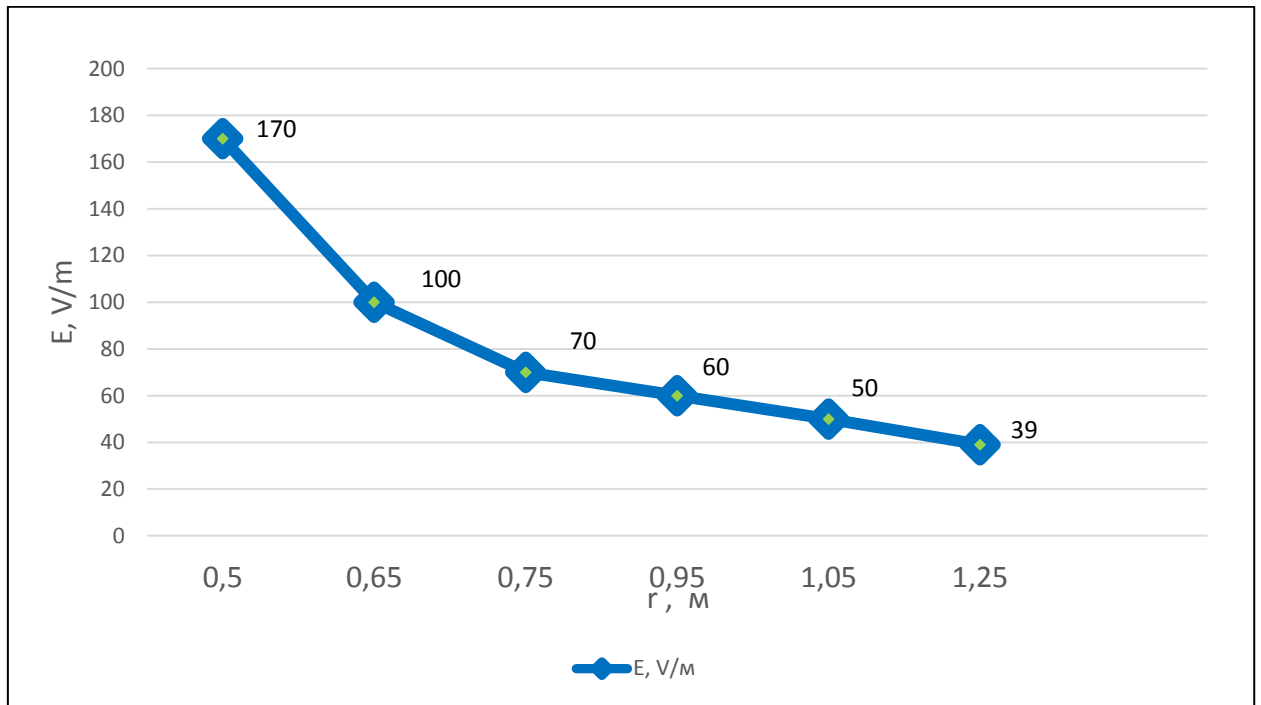


Рис. 2. Зависимость электрического поля от расстояния, для холодильника.

Результаты измерений показывают зависимость электрического поля от расстояния до места расположения двигателя как $\sim \frac{1}{r^n}$, где $n = 2 \div 1,4$.

Магнитное поле отсутствует.

R- это расстояние, которое измеряли.

N- это показатель степени

4.1.2 Расчет измерений монитора

На рис.3 представлена зависимость электромагнитного поля от расстояния для монитора компьютера. Результаты эксперимента позволяют заключить, что электрическое поле убывает с расстоянием $\sim \frac{1}{r^n}$, где $n = 1,2$

÷1. На расстоянии 50 см от монитора, на котором обычно находится пользователь, поле имеет величину $E = (24 \pm 4) \text{ V/m}$. Индукция магнитного поля резко убывает с расстоянием, и уже на расстоянии 10 см от экрана принимает незначимые по сравнению с погрешностью значения.

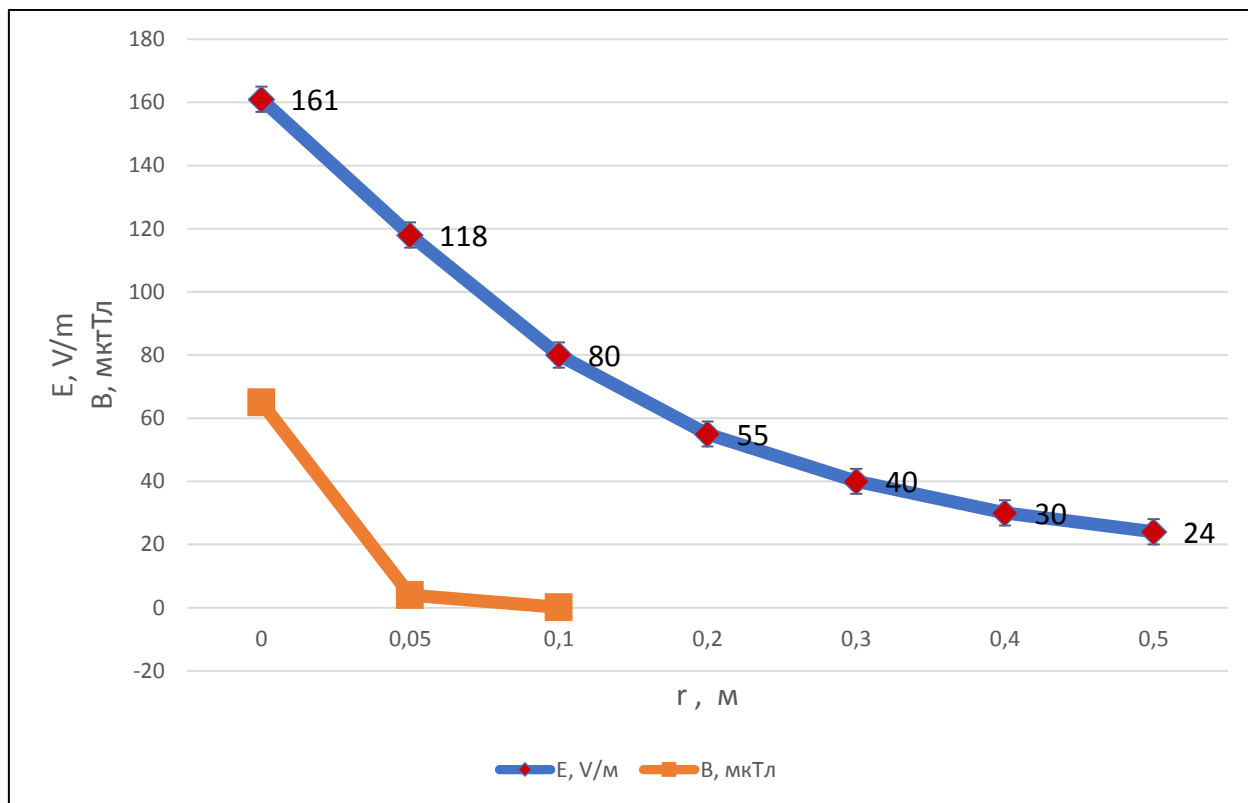


Рис. 3. Зависимость электромагнитного поля от расстояния, для монитора.

4.1.3 Расчёт измерений СВЧ-печи

На рис.3 представлены зависимости электрического и магнитного полей от расстояния для СВЧ-печи, включенной в «Сеть», но не включенной на разогрев, и включенной на разогрев в одном из режимов. Результаты показывают, что электрическое поле существует и в нерабочем режиме, и в рабочем, и они одинаковы. Магнитное поле обнаруживается только в рабочем режиме и быстро убывает с расстоянием.

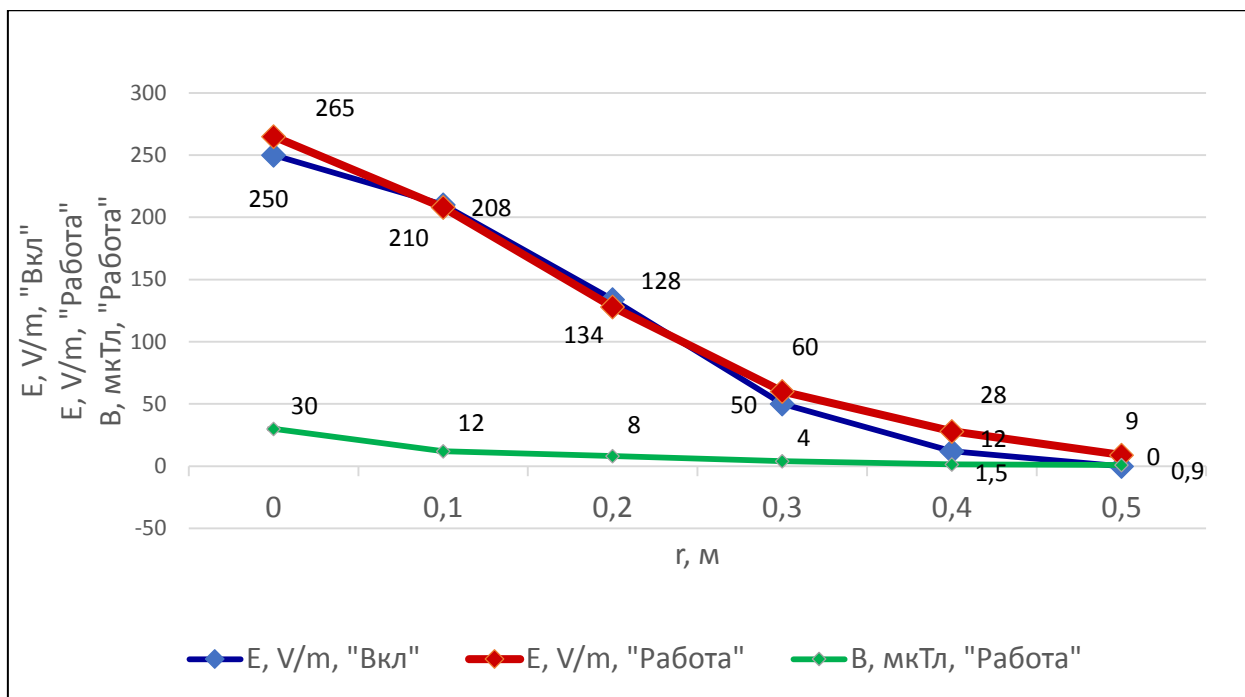


Рис. 4. Зависимость электромагнитного поля от расстояния, для СВЧ-печи.

4.1.4 Расчет измерений ЛЭП

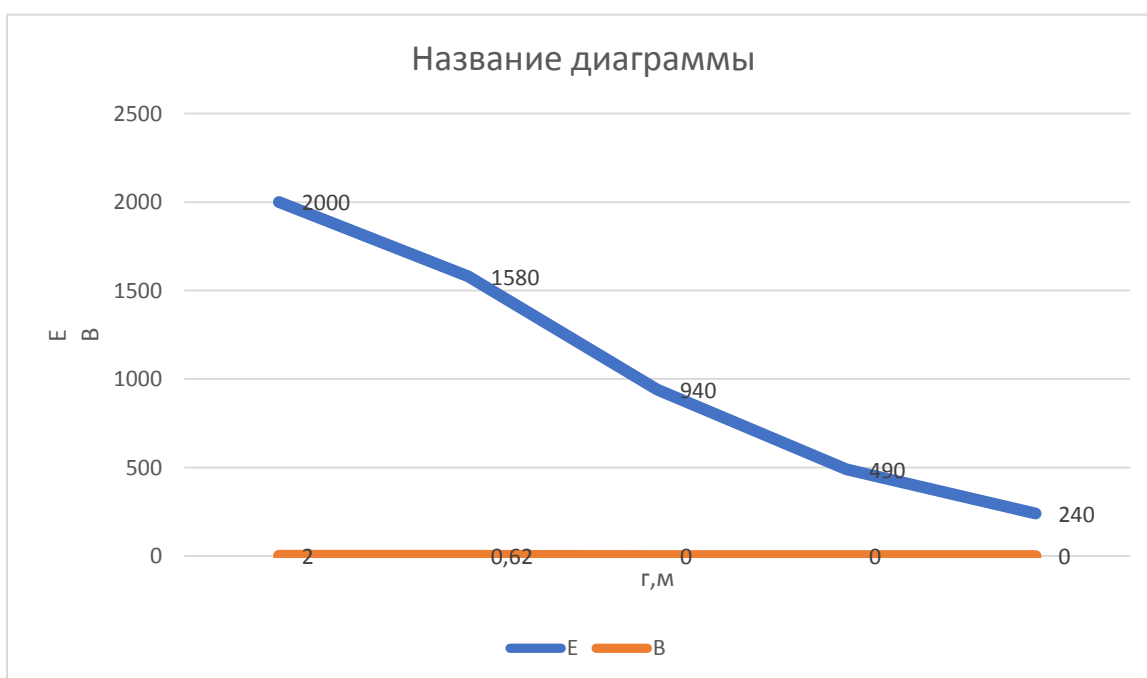


Рис 5. Зависимость электромагнитного излучение от расстояния, для ЛЭП.

5.1. Сравнение измерений с нормами СанПином.

Заключение

Список литературы

Приложения

Выписать СанПин нормы